

Жак Адамар

**Исследование психологии
процесса изобретения в
области математики**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 159.9
ББК 88
Ж22

Жак Адамар
Ж22 Исследование психологии процесса изобретения в области математики / Жак Адамар – М.: Книга по Требованию, 2013. – 152 с.

ISBN 978-5-458-25324-6

В настоящее время в связи с задачами эвристического программирования возрос интерес к анализу творческого мышления человека. В книге, автор которой один из видных математиков нашего столетия, подробно рассмотрен процесс творчества преимущественно математиков. Особое внимание уделено роли подсознания в процессе творчества. Книга представляет интерес для математиков, кибернетиков, психологов и широкого круга читателей.

ISBN 978-5-458-25324-6

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2013

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2013

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

изобретательство. Как говорит Рибо (Ribot)¹, «изобретение и в искусстве, и в науке является лишь частным случаем. В практической жизни, в изобретениях механических, военных, промышленных и коммерческих, в религиозных, общественных и политических институтах человеческий ум проявил столько же воображения, сколько в любой другой области». И Бергсон (Bergson)², человек с еще более возвышенной и глубокой интуицией, заявляет: «изобретательское усилие, которое проявляется во всех областях жизни в создании нового, нашло только в человечестве средство быть продолженным индивидами, которым вместе с умом дана способность инициативы, независимости, свободы».

С этим смелым заявлением перекликается заявление Мечникова, — он в конце своей книги о фагоцитозе говорит о том, что у человека борьба против микробов является делом не только фагоцитов, но также и мозга, потому что он (мозг) создал бактериологию.

Нет оснований заявлять, что различные виды изобретений совершаются всегда одинаковым образом. Как заметил психолог Поль Сурьё (Paul Souriau), между художественным и научным творчеством существует та разница, что искусство обладает большей свободой, так как художник руководствуется лишь собственной фантазией. В этом смысле произведения искусства являются подлинными изобретениями. Симфонии Бетховена и даже трагедии Расина — изобретения. Ученый же ведет себя совершенно иным образом, и его работа по сути дела приводит к открытию. Как говорил мне мой учитель Эрмит: «В математике мы больше слуги, чем господа». Хотя истина нам еще не известна, она предсуществует и неукоснительно предписывает нам дорогу, по которой мы должны следовать под страхом заблудиться.

Как мы увидим в дальнейшем, это не исключает существования многочисленных аналогий между двумя названными видами творческой деятельности. Эти аналогии были вскрыты в серии докладов, сделанных в 1937 г. в «Центре синтеза» в Париже при участии круп-

¹ См. Анри Делакруа «Изобретение и гений» (Henri Delacroix, „L'invention et la Génie“), „Nouveau Traité de Psychologie“ G. Dumas, t. VI, p. 449.

² См. там же, стр. 447.

ного женеvского психолога Клапареда (Claparède). Целая неделя была посвящена различным видам изобретений, причем одно заседание было целиком посвящено математике. В частности, об изобретениях в области экспериментальных наук говорили Луи де Бройль и Эдмонд Боэр (Edmond Bauer), об изобретениях в поэзии — Поль Валери. Сравнение обстоятельств, при которых осуществляются изобретения в различных областях, может оказаться очень плодотворным.

Тем более полезным может оказаться рассмотрение такой специальной области, как математика, и именно о ней я буду говорить, так как с нею я лучше всего знаком. Результаты такого рассмотрения (а мы увидим, благодаря поучительному докладу Анри Пуанкаре, что в этой области получены важные результаты) могут оказаться полезными для понимания того, что происходит в других областях.

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ И АНКЕТЫ

Тема, которую мы здесь обсуждаем, отнюдь не является неисследованной, и, хотя имеется, естественно, еще много неясных вопросов, информация, которой мы располагаем, является достаточно обильной, более обильной и цельной, чем можно было бы ожидать, учитывая трудность проблемы.

Эта трудность характеризуется не только сложностью проблемы, но и тем явлением, которое все чаще и чаще тормозит прогресс наших знаний: я хочу сказать, что тема затрагивает две дисциплины — психологию и математику. И чтобы их квалифицированно обсуждать, нужно быть одновременно психологом и математиком. Из-за отсутствия этой двойной квалификации тема обсуждалась математиками, с одной стороны, и психологами — с другой, и даже, как мы увидим, невропатологом.

Как всегда в психологии, мы располагаем методами анализа двух видов: «объективными» и «субъективными»¹. Субъективные, или интроспективные, методы

¹ Я говорю об объективных и интроспективных методах. Психолог школы современного «бихевиоризма» различает объективную психологию и интроспективную психологию (последняя после смерти Уильяма Джеймса и Титченера объявлена отошедшей в прошлое), как будто речь идет о двух разных науках, имеющих различные цели. Мне же кажется, что эти два различных метода наблюдения могут применяться и даже дополнять друг друга при изучении одних и тех же психологических процессов. Но, насколько я понимаю, бихевиористы сознательно оставляют в стороне объект интроспективных наблюдений, т. е. мышление и сознание.

Еще раньше известный биолог Ле-Дантек отрицал сознание, считая его эпифеноменом. Я всегда считал это антинаучным актом, так как если бы сознание было эпифеноменом, то оно было бы единственным эпифеноменом, существующим в мире, где все реагирует на все. Но, называется ли оно эпифеноменом или нет, сознание существует и за ним можно наблюдать. И в этой работе будут представ-

таковы, что они проводятся как бы «наблюдением изнутри». При этом информация о способе мышления непосредственно получается самим мыслителем, который, изучая самого себя, сообщает о процессах, происходящих у него в уме. Очевидным недостатком этого метода является то, что наблюдатель может исказить явление, которое он изучает. В самом деле, совершая две одновременные операции — мышления и наблюдения за своей собственной мыслью, — можно априори предположить, что они мешают друг другу. Но мы увидим, что при исследовании процесса изобретения (по крайней мере некоторых его стадий), этого надо бояться меньше, чем при исследовании других умственных явлений. В этой книге я использую результаты самонаблюдения, единственные, для обсуждения которых я чувствую себя достаточно квалифицированным. В нашем случае эти результаты являются достаточно ясными, чтобы заслужить, как мне кажется, некоторую степень доверия. Поэтому я заранее прошу извинения: автор будет вынужден слишком часто говорить о себе.

Объективные методы, или методы наблюдения извне, есть методы, где экспериментатор отличен от мыслящего. Наблюдение и мысль не пересекаются; но, с другой стороны, мы получаем таким образом только косвенные данные, и значение их нелегко расшифровывать. Основная причина того, что объективные методы трудно будет использовать в нашем исследовании, состоит в необходимости сравнивать большое число случаев. В соответствии с общим принципом экспериментальной науки такое сравнение должно было бы быть основным условием

лены результаты таких наблюдений, сделанных автором и другими исследователями.

Следует отметить, что большинство случаев, рассмотренных бихевиористами [я о них узнал из книги Уотсона «Бихевиоризм» (I. B. Watson, Behaviorism)] сильно отличаются от рассматриваемых нами, так как чаще всего они имеют отношение к мыслям, непосредственно связанным с телесными ощущениями, т. е. это случаи, которые наиболее легко интерпретировать в терминах их доктрины. В подобных случаях более или менее известно соответствие между телесными явлениями и состояниями сознания. Менее явным является это соответствие в случае абстрактного мышления, т. е. в том случае, который мы будем рассматривать. Однако это не значит, что оно не может быть обнаружено в какой-то момент, например, с помощью электроэнцефалограмм мозга, — метода, который в настоящее время интенсивно развивается.

для достижения того, что Пуанкаре назвал «результатом с большим к. п. д.», т. е. для достижения результата, который глубоко проникает в природу вопроса. Но именно этого мы не можем иметь при исследовании такого исключительного явления, как изобретение.

Математическая «шишка»

Обычно объективные методы исследования применялись к изобретениям различных видов, но никакого специального изучения изобретений в области математики не проводилось. Существует одно исключение, которого мы кратко коснемся. Это любопытная попытка, сделанная впервые знаменитым Галлем (Gall) и связанная с его принципом «френологии». Френология связывает наличие умственной способности не только с максимальным развитием некоторой части мозга, но и соответствующей части черепной коробки. По мнению специалистов, эта идея является весьма неудачной, хотя и принадлежит человеку, имевшему другие, более плодотворные идеи (например, Галль был предвестником понятия мозговой локализации). На основании френологического принципа математические способности должны характеризоваться специальной «шишкой» на голове, для которой Галль указывал даже местонахождение.

Идеи Галля были использованы в 1900 г.¹ невропатологом Мёбиусом (Möbius), который был внуком математика, хотя сам не имел специальной математической подготовки.

Книга Мёбиуса является довольно большим и глубоким исследованием математических способностей с точки зрения натуралиста. Она содержит ряд данных, которые представляют интерес для нашего исследования. Это касается, в частности, вопросов наследственности (математические семьи)², долголетия, различных способ-

¹ Möbius. Die Anlage zur Mathematick, 1900 (Лейпциг).

² Несколькими годами раньше (1896 г.) появилась важная работа Франсиса Гальтона о наследственности дарований (Francis Galton „Hereditary Genius”); одна глава в ней посвящена ученым.

Интересные данные по вопросам, которым посвящена книга Мёбиуса, можно найти также в книге Леонарда Гютри «Изучение раннего развития детей» (Leonard George Gutrie „Contributions to

ностей. Несмотря на то, что такая большая подборка материалов могла оказаться впоследствии полезной, она до сих пор не позволила сформулировать никакого общего правила, кроме того, что касается художественных способностей математиков. (Мёбиус подтверждает достаточно распространенное мнение, что большинство математиков любит музыку, и он отмечает, что они интересуются также другими видами искусства).

Итак, Мёбиус согласен с основными выводами Галля, но он считает, что хотя математический признак и существует, он может принимать более разнообразные формы, чем это следует из работы Галля.

Однако идея «шишек» Галля — Мёбиуса не получила общего признания. Анатомы и неврологи энергично возражают против учения Галля, и его френологический принцип, т. е. соответствие формы черепа форме мозга ныне считается неверным.

Не будем больше задерживаться на этом аспекте вопроса, который нужно оставить специалистам; но бесполезно обсуждать его с математической точки зрения, так как (по крайней мере, на первый взгляд) и с этой точки зрения тоже можно привести немало возражений против самого принципа такого рода исследования. Более чем сомнительно, что существует единственная ярко выраженная «математическая способность». Математическое творчество и математический ум не могут быть безотносительны к творчеству вообще и уму вообще. Редко бывает, чтобы первый математик в лице был последним в других науках. И рассматривая вещи на более высоком уровне, отметим, что большая часть великих математиков творила и в других областях науки. Один из самых великих, Гаусс, поставил важные классические опыты по магнетизму, фундаментальные откры-

the Study of Precocity in Children”), где рассказывается о ранних склонностях знаменитых людей.

Говоря только о математиках, отметим, что первым увлечением Галилея была живопись; в 17 лет он начал изучать медицину и лишь позднее занялся математикой. Вильям Гершель сначала получил музыкальное образование. Известно, что Гаусс колебался в выборе между математикой и филологией.

Подобные случаи встречаются и среди наших современников: Поль Пэнлеве рассказывал мне, что долгое время он колебался между математикой и политикой. Сначала он предпочел первую, чтобы затем, как известно, совместить то и другое.

тия Ньютона в оптике также хорошо известны. И кто может сказать, математическими или философскими способностями обусловлена форма черепа Декарта или Лейбница?

Имеется также и другое возражение: мы увидим, что не существует единственной категории математических умов, что эти умы бывают различных типов, причем различия оказываются настолько существенными, что сомнительно, чтобы они соответствовали единственному и одному и тому же свойству мозга.

Все сказанное не противоречило бы принципу Галля, интерпретируемому в общем смысле, а именно, в смысле взаимосвязи математической работы ума с физиологией и анатомией мозга. Но конкретное приложение этого принципа, предложенное Галлем и Мёбиусом, не представляется оправданным.

В общем случае мы должны признать, что даже те виды мозговой деятельности, которые кажутся на первый взгляд простыми, на самом деле оказываются, причем самым неожиданным образом, вовсе не простыми. Объективными методами (изучение ранений в голову и т. п.) удалось установить, что именно так обстоит дело с наиболее изученным видом мозговой деятельности, а именно с речью, которая определяется многими факторами. Существуют известные мозговые локализации, как это утверждал Галль, но они не столь просты и точны, как он предполагал.

Имеются все основания думать, что математическая деятельность мозга должна быть по меньшей мере столь же сложной, как это установлено для речи. Хотя мы, естественно, не располагаем (и, может быть, никогда не будем располагать) в этом случае решающими данными, какими мы располагаем в отношении речи, наблюдения над процессом речи, возможно, помогут нам понять математическую деятельность мозга.

Взгляды психологов на рассматриваемый вопрос

Многочисленные психологи размышляли хотя и не по вопросу об изобретении в математике, но об изобретениях вообще. Среди них я отмечу лишь два имени: Поль Сурё и Ф. Полян. Мнения этих двух психологов

расходятся. Сурьё был, видимо, первым, кто утверждал, что изобретения совершаются чисто случайно, в то время как Полян¹ остался верным более классической теории логики и систематического рассуждения. Между ними существует также различие в методах, которое нельзя объяснить лишь небольшой разницей дат: в то время как у Поляна собран богатый материал об ученых и других изобретателях, этого почти нет в работе Сурьё. Любопытно отметить, что такая методика работы не мешает Сурьё видеть, вообще говоря, верно и делать справедливые и глубокие замечания.

Позднее одно из наиболее важных исследований на эту тему было проделано в 1937 г. в Центре синтеза в Париже, как я уже отмечал во введении.

Математические анкеты

Перейдем к математикам. Один из них, Майе (Maillet), впервые организовал анкету о методах работы математиков. В частности, уже он поставил знаменитый вопрос о «математическом сне», так как не раз высказывалось мнение, что проблемы, которые не поддаются усилиям, могут быть решены во сне.

Хотя анкета Майе полностью не отрицает существования «математического сна», она показывает, что практически не существует прямых примеров таких снов, по крайней мере, если к их категории относить лишь случаи, когда точно помнят рассуждения, проведенные во сне, и отвлечься от случаев, когда результат получается в момент пробуждения, что мы рассмотрим отдельно. Единственное замечательное наблюдение было сообщено известным американским математиком Леонардом Диксоном, который может подтвердить его правильность: его мать и ее сестра в лицее были соперницами по геометрии и однажды провели долгий вечер в безуспешных поисках решения одной задачи. Ночью матери Диксона приснилось решение, и она начала его излагать вслух громко и внятно; ее сестра, услышав это, поднялась и записала решение. Наутро в классе грезившая оказалась обладательницей правильного решения, не подозревая об этом.

¹ Souriau. „Théorie de l'Invention“. Paris, 1881. Paulhan. „Psychologie de l'Invention“, Paris, 1904.

Это наблюдение, ценное благодаря личности, его сообщившей, и достоверности, с которой оно сообщено, является одним из самых необыкновенных. Большинство из остальных 69 математиков, ответивших на этот вопрос анкеты, написали, что никогда не видели математических снов (я их тоже никогда не видел) или видели совершенно абсурдные вещи, или не могли точно рассказать о содержании сна. Пятерым из них снились совершенно детские рассуждения. Имеется один более положительный ответ, но его трудно принимать во внимание, так как автор остался анонимным.

Явление достоверное, и за абсолютную достоверность которого я отвечаю, это внезапное появление решения в момент резкого пробуждения. Однажды, когда меня внезапно разбудил посторонний шум, мгновенно и без малейшего усилия с моей стороны мне в голову пришло долго разыскиваемое решение проблемы¹ — и путем, совершенно отличным от всех тех, которыми я пытался ее решить ранее. Этот случай был весьма необычным и произвел на меня незабываемое впечатление. Очевидно, что это явление, в достоверности которого я совершенно уверен на основании собственного опыта, должно быть рассмотрено отдельно, и мы к нему еще вернемся.

Я не задерживаюсь более на анкете Майе, так как несколькими годами позже среди большой группы математиков при поддержке Клапареда и известного женевского психолога Фурнуа была организована другая, более существенная анкета. Эта анкета была опубликована в периодическом журнале «Математическое образование». Был распространен вопросник, содержащий более 30 вопросов (он дан в Приложении I). Эти вопросы (среди которых был и вопрос о «математическом сне») соответствовали двум, уже отмеченным нами, методам исследования, а именно: некоторые были «объективные» (насколько это возможно в вопроснике), другие — «субъективные». Например, у математиков спрашивали, оказывают ли на них влияние, и в какой мере, шум или метеорологические условия, считают ли они по-

¹ Для специалистов могу сообщить, что речь идет о начале н° 27 [стр. 199—200], опубликованного в *Journal de mathématiques pures et appliquées, série I, tome IX* (1898), (вычисление определителя).

лезной или вредной литературную и художественную деятельность и т. п.

Другие вопросы были более «субъективного» характера и более непосредственно и глубоко затрагивали существо проблемы. У авторов спрашивали, интересуются ли они работами своих предшественников или предпочитают изучать проблему самостоятельно, имеют ли они привычку оставлять на некоторое время проблему, чтобы вернуться к ней позже (то, что лично я делал часто и что я всегда рекомендую начинающим исследователям, консультирующимся у меня). Особое внимание уделялось процессу возникновения их основных открытий.

Критические замечания

Читая вопросник, можно отметить нехватку в нем некоторых вопросов, хотя они и аналогичны другим, поставленным. Например, спрашивая математиков, занимались ли они музыкой или поэзией, авторы вопросника не проявили интереса к тому, увлекались ли опрашиваемые какими-нибудь другими науками, кроме математики, а между тем изучение биологии, например, как отмечал Эрмит, может оказаться очень полезным даже для математиков, так как при этом могут обнаружиться скрытые и в конечном счете плодотворные аналогии.

Точно так же, при наличии вопроса о влиянии метеорологических условий или о существовании периодов возбуждения либо депрессии, в анкете нет более детальных вопросов о психологическом состоянии исследователя и, в частности, об эмоциях, которые он, возможно, испытывал. Эта проблема интересна еще и потому, что ее рассматривал Поль Валери в докладе на заседании Философского общества, где он подчеркнул, что эмоции, очевидно, могут оказывать влияние на поэтическое творчество. Однако, хотя на первый взгляд и может показаться, что некоторые виды эмоций способствуют поэтическому творчеству, так как они в большей или меньшей степени находят свое выражение в поэзии, нельзя считать достоверным, что причина действительно такова или, по крайней мере, что такая причина единственная. Действительно, я знаю по личному опыту, что сильные эмоции могут способствовать совершенно разным видам основной деятельности (например, математическому